

PROCESO EXPERIMENTAL
SEGUIDO EN LA EJECUCION
DE LAS
OBRAS DEL PUERTO DE MAZATLAN

POR
ENRIQUE FREMONT
INGENIERO CIVIL
(E. N. I.)

DELEGADO DE LA
Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas
AL
VII CONGRESO CIENTIFICO AMERICANO
Reunido en la Ciudad de México el 8 de Septiembre de 1935

MEXICO
MCMXXXV

3.000/v

- 330 - 627.2

ESTANTE N° 1
SECCION 4
N° DE ORDEN 25

PROCESO EXPERIMENTAL

E383
6345

SEGUIDO EN LA EJECUCION

DE LAS

OBRAS DEL PUERTO DE MAZATLAN



POR
ENRIQUE FREMONT
INGENIERO CIVIL
(E. N. I.)



SECRETARIA DE MARINA
OFICINA DE BIBLIOTECA
Y PUBLICIDAD

SECRETARIA DE MARINA
OFICINA DE BIBLIOTECA

DELEGADO DE LA

Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas

AL

VII CONGRESO CIENTIFICO AMERICANO

Reunido en la Ciudad de México el 8 de Septiembre de 1935

BIBLIOTECA Y PUBLICIDAD



SECRETARIA DE MARINA
UNIDAD DE HISTORIA
Y CULTURA NAVAL
BIBLIOTECA CENTRAL

MEXICO
MCMXXXV

627.2
H.2

AL LECTOR

La complejidad de los problemas que se presentan al proyectar obras encaminadas a producir el mejoramiento de los puertos, complícense casi siempre con las dificultades materiales que impiden la aplicación de procedimientos de observación, capaces de suministrar informaciones para cada uno de los fenómenos que pueden tener influencia sobre el éxito de las obras.

Los recursos de las naciones no se consideran siempre con capacidad suficiente, para afrontar erogaciones de cierta importancia y por tiempo indefinido, para aplicaciones que no se resuelven inmediatamente en realidades tangibles. En países como lo son la mayoría de los de América, productores de materias primas y colocados todavía en el período de exploración, las sorpresas no escasean y las condiciones de producción de sus diversas zonas transformanse en unos cuantos años. Los sistemas de vías terrestres surgen inmediatamente y determinan puntos obligados para puertos. La urgencia no permite dilaciones; carécese de observaciones sistematizadas durante varios años, capaces

de orientar la formación de los proyectos; pero el puerto es necesario y el puerto se hace. Es una positiva merced, que no sabremos agradecer suficientemente a la Naturaleza, el que los fracasos no hayan sido mayores ni más numerosos.

Por fortuna para el puerto de Mazatlán y para los recursos nacionales, no ha sido éste un caso de urgencia fulminante. Sin querer decir con esto que no sea una de las necesidades nacionales la formación allí de un puerto, es indudable que la comunicación terrestre costera suministrada por el F. C. Sud-Pacífico, vino a aplazar la urgencia que se iniciaba en los últimos años del siglo pasado. Sin que se quiera decir tampoco que este puerto deberá aplazar su mejoramiento hasta entonces, es indudable también que vendrá a ser imprescindible su realización, cuando una vía férrea lo ligue directamente con las regiones centrales de la República, colocadas inmediatamente al Oriente de Sinaloa.

Mientras tanto, las obras se han ejecutado paso a paso y si Mazatlán no puede ufanarse todavía de haber recibido con ellas beneficios palpables, su ejecución gradual ha suministrado un interesante campo de experimentación directa, abastecedor paulatino de preciosas informaciones, que conducirán seguramente a soluciones más eficientes.

En Mazatlán cada una de las obras que se han construído, ha aportado las indicaciones necesarias para construir la siguiente, y ha precisado cada vez más los fenómenos relacionados con el éxito general de ellas, de una manera mucho más directa, que la que hubieran podido suministrar la recolección de datos indirectos, difícilmente desligados de la imprecisión que crean las dificultades materiales para su observación.

Es por esto que, al ser honrado con la representación de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas ante el Séptimo Congreso Científico Americano, me ha parecido, (así fuese con el único fin de derivar hacia terrenos menos áridos que las especulaciones teóricas, la

atención de tan eminente consorcio) que no sería del todo indigno de distraer esa atención un relato de este proceso constructivo, a reserva de ser breve, como he procurado serlo, y a reserva de quedar desprovisto de cualquiera aridez teórica, condición esta última a la que mi propia incapacidad me obliga, ya que no me ha permitido exponer nada nuevo en ese terreno.

México, D. F., agosto de 1935.

E. F.





Cia. Méx. Aerofoto, S. A.

Lámina 2.—A la derecha cerros de Duranguito. Nevería, Vigía, Azada y Crestón.—Al fondo la bahía de Mazatlán.

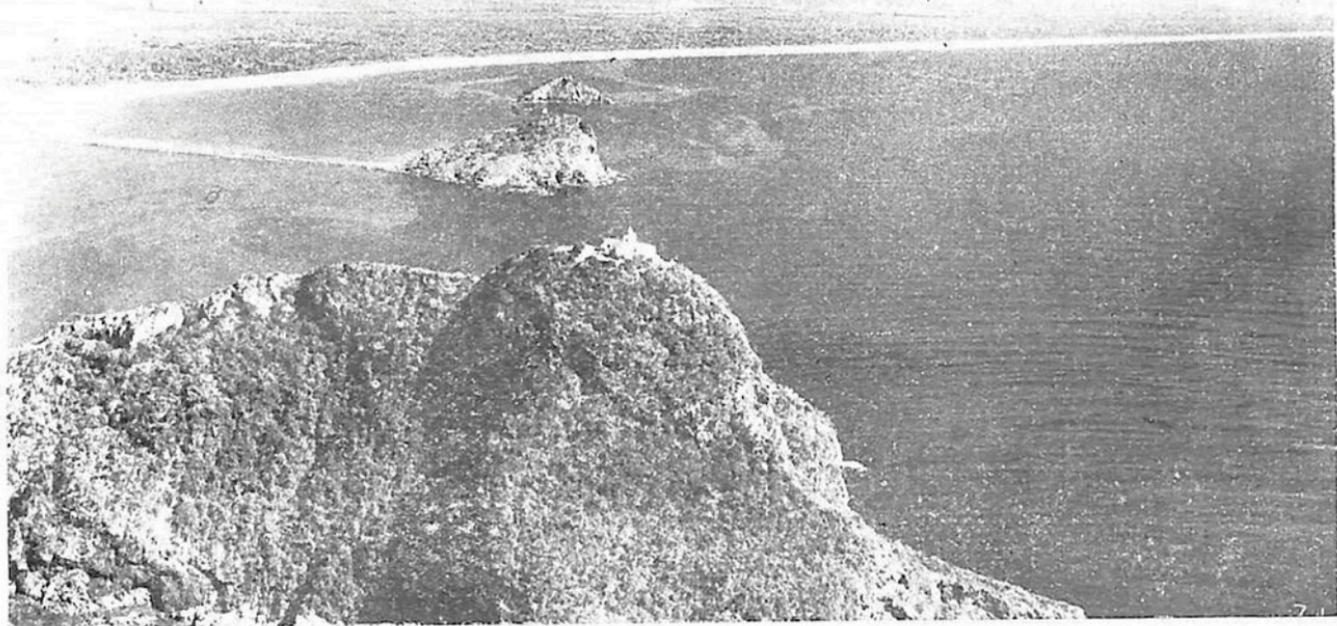


Lámina 3.—Línea Crestón-Chivos y Cardón. Entrada de la bahía entre los dos primeros.

Cia. Méx. Aerofot, S. A.



Lámina 4.—Bahía de Mazatlán y desembocadura del Canal del Astillero.



Lámina 5.—Ensenada de Olas Altas y al fondo estero de Urias y Canal del Astillero.

Cia. Mex. Aerofoto, S. A.

PROCESO EXPERIMENTAL

SEGUIDO EN LA EJECUCION

DE LAS

OBRAS DEL PUERTO DE MAZATLAN

La costa mexicana del Pacífico correspondiente a los Estados de Nayarit y Sinaloa, ostenta una playa arenosa, respaldada por una línea casi continua de albuferas detrás de las cuales el nivel de las tierras va ascendiendo muy lentamente. La línea de médanos que constituye el cordón litoral separando las albuferas del mar, interrumpe en Mazatlán, por un grupo de cerros aislados de perfiles vigorosos que avanza penetrando al mar en cuatro líneas sensiblemente paralelas dirigidas de N. a S. (Lámina No. 1.) Los nombres de "Pájaros", "Venados", "Lobos" y "Los Hermanos" designan los que forman la línea más occidental; "Duranguito", "Nevería", "Vigía", "Azada" y "Crestón" (Lámina No. 2) alíneanse en la segunda; "Fortín", "Casa Mata" y "Chivos" forman la tercera, y "Loma Atravesada", "Montesilla" y "Cardón" llámanse los que constituyen la línea más oriental. Todas estas líneas de cumbres detiéndense en sus extremidades meridionales sobre una misma línea dirigida aproximadamente de E. a O. formada por los cerros de Crestón, Chivos y Cardón que la lámina No. 3. exhibe claramente.

Estas prominencias desgajadas de las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, distantes algunos kilómetros, han servido de apoyo al cordón litoral que abandona su línea casi recta

al N. de este grupo de cerros, para curvarse en una ensenada que viene a morir en la "punta del Tiburón", extremidad norte del cerro de Duranguito, el más septentrional de los que forman la segunda línea. Esta ensenada se llama de "Puerto Viejo" porque fué la que se utilizó para las maniobras de carga y descarga en los primeros tiempos de la vida de este puerto. Los aluviones detenidos entre los cinco cerros más septentrionales de la segunda y tercera líneas: "Duranguito", "Nevería" y "Vigía" al Poniente; "Fortín" y "Casa Mata" al Oriente, han formado una península donde la ciudad (Láminas 2, 3, 4, 5 y 8) surgió y se ha desarrollado en el transcurso de poco más de un siglo, península que se prolonga en una punta montañosa constituida por el cerro del "Vigía", dejando libre dentro del mar las islas de la "Azada" y del "Crestón", puntos los más meridionales de la segunda línea.

La albufera o estero de Urías cúrvase y estréchase formando un canal llamado del Astillero en busca de una salida al mar y la línea más oriental de cerros deja pasar su desembocadura al Oeste del cerro de "Montesilla", quedando ligado éste con los aluviones del cordón litoral que se continúa hacia el Sur, separando el mar del estero.

Basta una ojeada sobre el plano cuya topografía se ha descrito anteriormente, para apreciar que la zona del mar más abrigada, es la comprendida entre el "Vigía", "Azada", "Crestón", "Chivos" y "Montesilla" y que se denomina bahía de Mazatlán; pero esa misma circunstancia ha hecho acumularse allí los aluviones, y las profundidades menores de 8.00^m a 10.00^m se encuentran solamente en la línea "Crestón-Chivos".

En prolongación de la margen derecha del canal del Astillero, arrancando de su desembocadura, un bajo largo y estrecho avanza en la Bahía, dejando, a un lado, el cauce cada vez menos profundo y, al otro, una zona menos profunda que el cauce denominada en la localidad "fondeadero del Pozo", por ser el utilizado por las pequeñas embarcaciones que hacen el alijo entre el muelle fiscal y las que, por su calado, tienen que fondearse a la entrada de la bahía. El plano aéreo-foto-topográfico (Lámina No. 6) revela claramente la forma que afecta la acumulación de arena que separa ambas depresiones. La línea de mayor blancura marca la cumbre del bajo que, al avanzar, describe una curva cóncava hacia el Poniente, produciendo el ensanchamiento que experimenta el canal al penetrar en la bahía.

Las corrientes de marea que entran y salen del estero mantienen profundidades hasta 7.00^m y 8.00^m en las proximidades de su desembocadura, fijada, como se ha dicho, en la garganta rocallosa situada al pie de "Montesilla"; pero donde la corriente pierde su fuerza al aumentar su anchura, derramándose en la bahía, fórmase una barra, la barra del Astillero, cuya profundidad fué, antes de la construcción de las obras que se han ejecutado, de sólo 1.50^m en baja marea.

Fuera del recinto comprendido entre estos cerros e islas, las profundidades de 8.00^m y 10.00^m encuéntrase a poca distancia de los acantilados de la orilla, aunque las profundidades de 14 y 15 metros les siguen tan inmediatamente, que obligarían a construir rompeolas demasiado costosos si se intentara construir un puerto exterior. En resumen, donde el abrigo existe y es fácil de mejorar, las profundidades son pequeñas, y donde éstas son suficientes, vienen a ser pronto excesivas y el abrigo sería demasiado costoso.

I

Hace cerca de cuarenta años que el Gobierno de México se preocupa por el mejoramiento del puerto de Mazatlán. En 1897 una comisión de ingenieros presidida por el coronel Edgard K. Smoot y bajo la inspección del Ing. Natividad González, ejecutó los primeros estudios sobre la topo-hidrografía de la región y formó el primer proyecto para la construcción de un puerto. (Lámina No. 9).

En 1910 el mismo ingeniero González que había continuado haciendo esos estudios por cuenta de la Secretaría de Comunicaciones, formó varios proyectos, localizados unos en el interior de la bahía, y otros en diversas zonas del exterior de ella. (Láminas 10, 11, 12 y 13).

En 1912-13 una comisión formada por los distinguidos Ings. Emilio Lavit, autor de los proyectos para los rompeolas de Veracruz, e Inspector de esas obras hasta su terminación, y Francisco Nicolau, autor, y realizador en su mayor parte, del proyecto de Iluminación de las Costas de la República, hizo dos proyectos: uno para un puerto en el canal del Astillero, y otro que comprendía además de éste uno exclusivamente marítimo. (Láminas 14 y 15).

En 1924, el Ing. Boschke fué comisionado por el Presiden-

te de la República para que hiciera un nuevo estudio y, como resultado de éste, formó también un proyecto que utilizaba el canal del Astillero y se extendía hasta el estero de Urías. (Lámina 16).

A continuación se exponen brevemente las condiciones físicas de la localidad relacionadas con el mejoramiento del puerto, observadas por las diversas Comisiones.

II

Los vientos reinantes o sea los de mayor frecuencia, soplan del N. O. anualmente, 42% del tiempo; de noviembre a marzo esta frecuencia es mayor, llegando hasta el 60 o 70% en algunos meses. Los del Oeste y Sur obsérvanse un 28% del año, pero en verano el Oeste y Suroeste soplan durante un 35 a un 40% en algunos meses. El Sur y Sureste soplan respectivamente 0.5% y 3.1%, pero son los que alcanzan mayores velocidades (de 30^m a 47^m por segundo), por lo que, no obstante su poca frecuencia, afectan grandemente el interior de la bahía, penetrando por la amplia entrada abierta hacia el Sur que dejan entre sí el "Crestón" y "Chivos".

Los ciclones que se forman en el Golfo de Tehuantepec, corren paralelamente a la costa hasta Cabo Corrientes, entran a tierra a la altura de Mazatlán y Altata y mueren en los contrafuertes de la Sierra Madre, trayectoria que explica la presencia en Mazatlán de vientos del segundo cuadrante durante esos fenómenos.

Por el estudio de mareas hecho en 1897 pudo verse que su propagación es uniforme y casi simultánea, tanto a lo largo de la costa como en el interior del estero, notándose solamente una pequeña aceleración del flujo en "Puerto Viejo", -bahía de Mazatlán, boca del estero y el Confite. En todos estos puntos se nota una superelevación de la marea que sólo se explica por la convergencia de las orillas en esos lugares. La amplitud máxima es de 2.20^m y son semidiurnas durante el período de aguas vivas.

El estero de Urías tiene una área de 1,550 hectáreas y recibe y descarga en mareas muertas 12.000,000 00 de metros cúbicos de agua y 25.000,000.00 en mareas vivas.

Estos volúmenes que entran y salen atravesando la bahía,

atrajeron desde un principio la atención de las comisiones de estudio y han servido de base para la formación de varios proyectos, como se verá más adelante.

La lámina 7 revela la existencia de una corriente constante de N. O. a S. E. paralela al litoral. Esta corriente en el flujo, produce otra secundaria circular, al Oeste de la línea Vigía-Crestón que, antes de la ejecución de las obras existentes, lanzaba un ramal hacia la bahía, penetrando entre Azada y Vigía y se dirigía al estero juntándose antes de la desembocadura de éste, con las que tenían acceso por los espacios comprendidos entre Crestón y Chivos y entre Chivos y Montesilla, ramales ambos de otra corriente circular que la litoral formaba hacia afuera de la línea Crestón-Chivos.

En el reflujo, la corriente litoral y las circulares secundarias subsisten en el mismo sentido, y solo se invierte la que sale del estero y que se dividía, antes de que existieran las obras ejecutadas, en tres brazos: uno saliendo entre Chivos y Montesilla, otro entre Crestón-Chivos y otro entre Azada y Vigía.

Actualmente con la clausura de los espacios comprendidos entre Crestón, Azada y Vigía, y entre Chivos y Montesilla, la corriente tanto de entrada como de salida, es única y tiene lugar entre Crestón y Chivos.

Las perforaciones practicadas hasta 8^m de profundidad en 1897, revelaron la existencia de una capa de arena aproximadamente de seis metros de espesor, reposando sobre otra de arcilla hasta llegar a los 8^m. Probablemente estas perforaciones se hicieron a más de 300^m o 400^m de la línea que une los puntos más occidentales de las orillas de Montesilla y Chivos, porque en el reconocimiento más minucioso hecho en 1933, dentro de la zona a menor distancia de esa línea, no se encontró arcilla, perforando hasta 10^m de profundidad en la bahía propiamente dicha. Encontróse entre los 9 y 10 metros de profundidad en el interior del estero como a 500 metros de su desembocadura, continuándose más adentro; también encontróse roca en todo lo que forma la prolongación submarina de la ladera del cerro de Montesilla, en la desembocadura y 800^m hacia adentro, en la orilla opuesta, la que forma la prolongación de las laderas de los cerros de Casa Mata y El Fortín. (Láminas 22 y 23).

III

Los proyectos formados para el mejoramiento del puerto de Mazatlán pueden clasificarse en dos grupos principales: el de los que localizan el puerto en la bahía utilizada actualmente y, por naturaleza, mejor abrigada, y el de los que lo proyectan fuera de ella.

Estos últimos, que en general se han estudiado exclusivamente para completar la investigación (en Ensenada de Olas Altas, en Puerto Viejo, entre Vigía, Crestón y Dos Hermanos, (Láminas 10 y 11) arrojan costos muy elevados en comparación con las áreas abrigadas y dispendiosas perspectivas por ampliaciones futuras; de allí que toda la atención se haya concentrado en los del primer grupo. Este, a su vez, puede dividirse en dos: el de los que tienden a utilizar las corrientes del estero para la conservación de las profundidades (Láminas 9, 15 y 16) y el de los que, prescindiendo de ellas, proyectan dentro de la bahía puertos exclusivamente marítimos (Láminas 12, 13 y 14.) De estos últimos proyectos, uno cerraba por el Sur con un muro entre Chivos y Crestón y otro proyectaba este muro entre Montesilla y Crestón; ambos suponían la entrada por el Oeste entre Vigía y Azada.

Estos son ciertamente los únicos que hubieran resuelto definitivamente el problema de abrigar por completo el puerto contra las tempestades del Sur; pero costoso más el primero que el segundo, éranlo ambos por el sólo hecho de proyectar la entrada entre Vigía y Azada donde los fondos, que son de roca, presentan profundidades menores de cinco metros en un estrecho canal. Ambos proyectos suponían que el estero fuese desviado, haciéndolo desembocar del otro lado de Montesilla, en la playa que sigue al E. de este cerro, fuera de la bahía. Proyectar un buen puerto exclusivamente marítimo fuera de esas circunstancias, no era posible, ya que en cualquiera que tuviera acceso entre Crestón y Chivos localizado en la bahía, sería difícil impedir que penetrara la agitación producida por los oleajes del Sur, aún cuando se construyeran rompeolas partiendo de Chivos y de Crestón, cerrando parcialmente el espacio comprendido entre ambos. El proyecto de los Ings. Lavit y Nicolau resuelve mejor que ninguno otro este problema, pero su alto costo fué motivo de que los mismos autores recomendaran más especialmente el otro proyecto por ellos presentado, que localiza el puerto en el Estero.

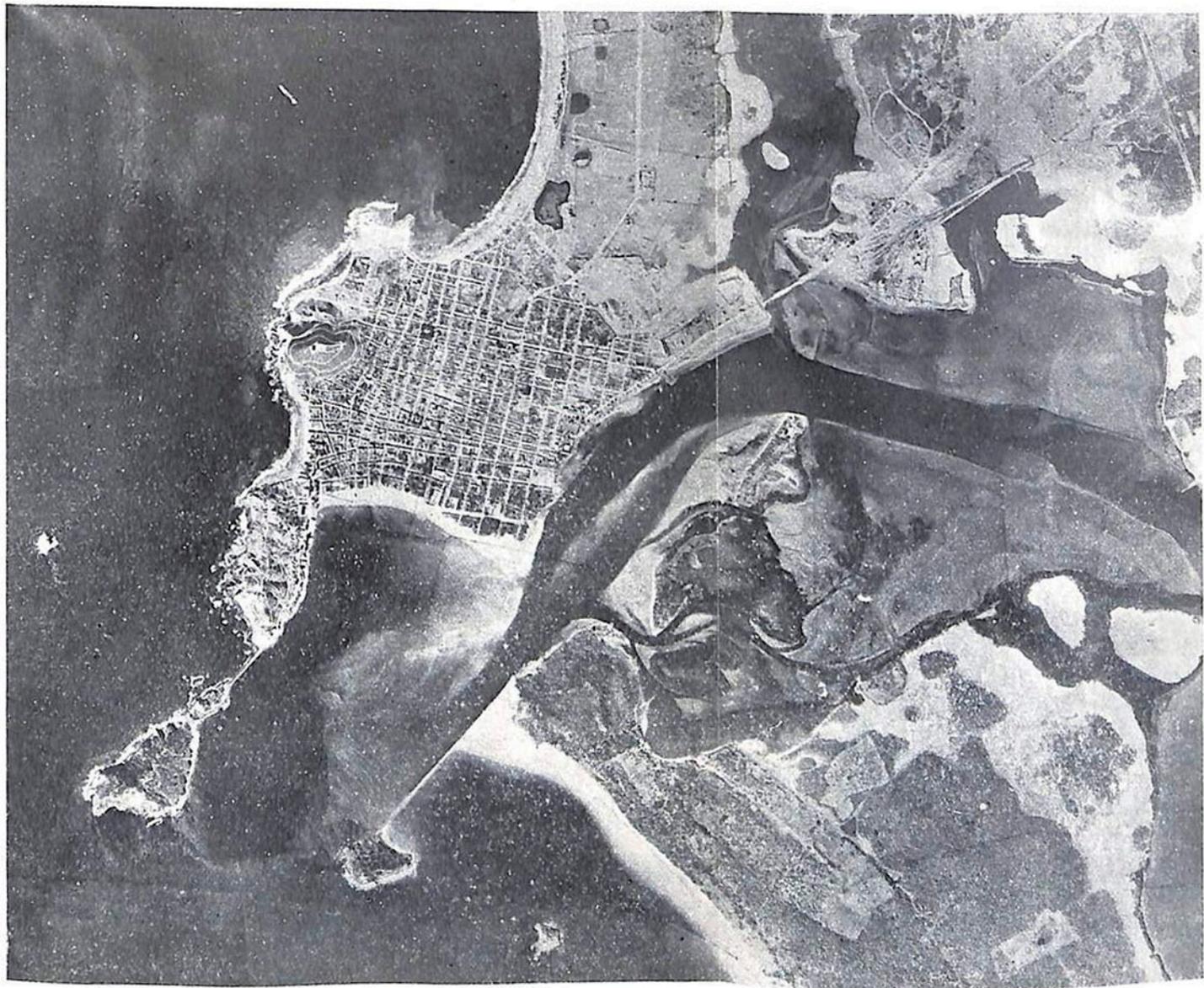


Lámina 6.—Plano aéro-foto topográfico del Puerto de Mazatlán.

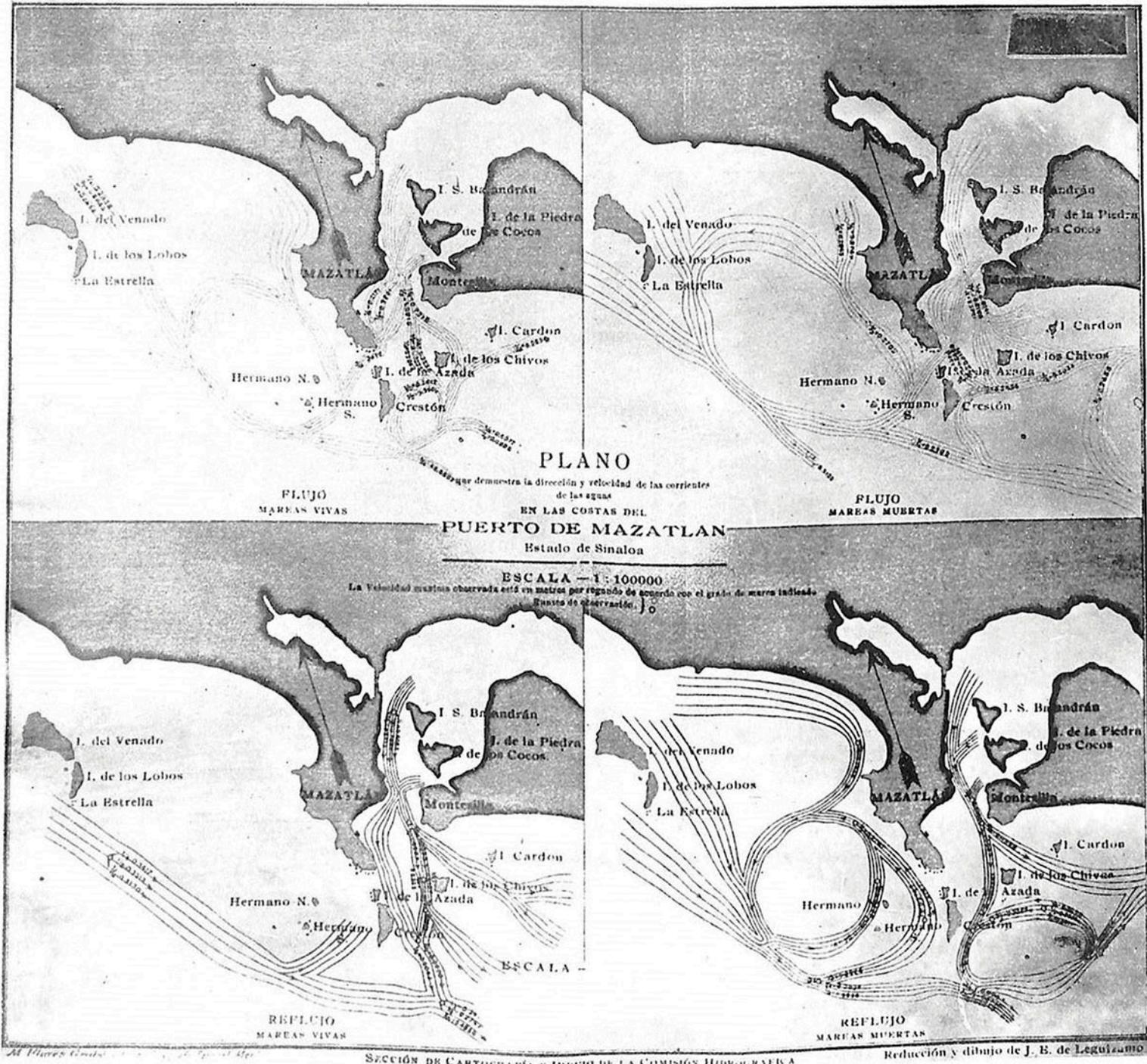


Lámina 7.—Plano de Corrientes

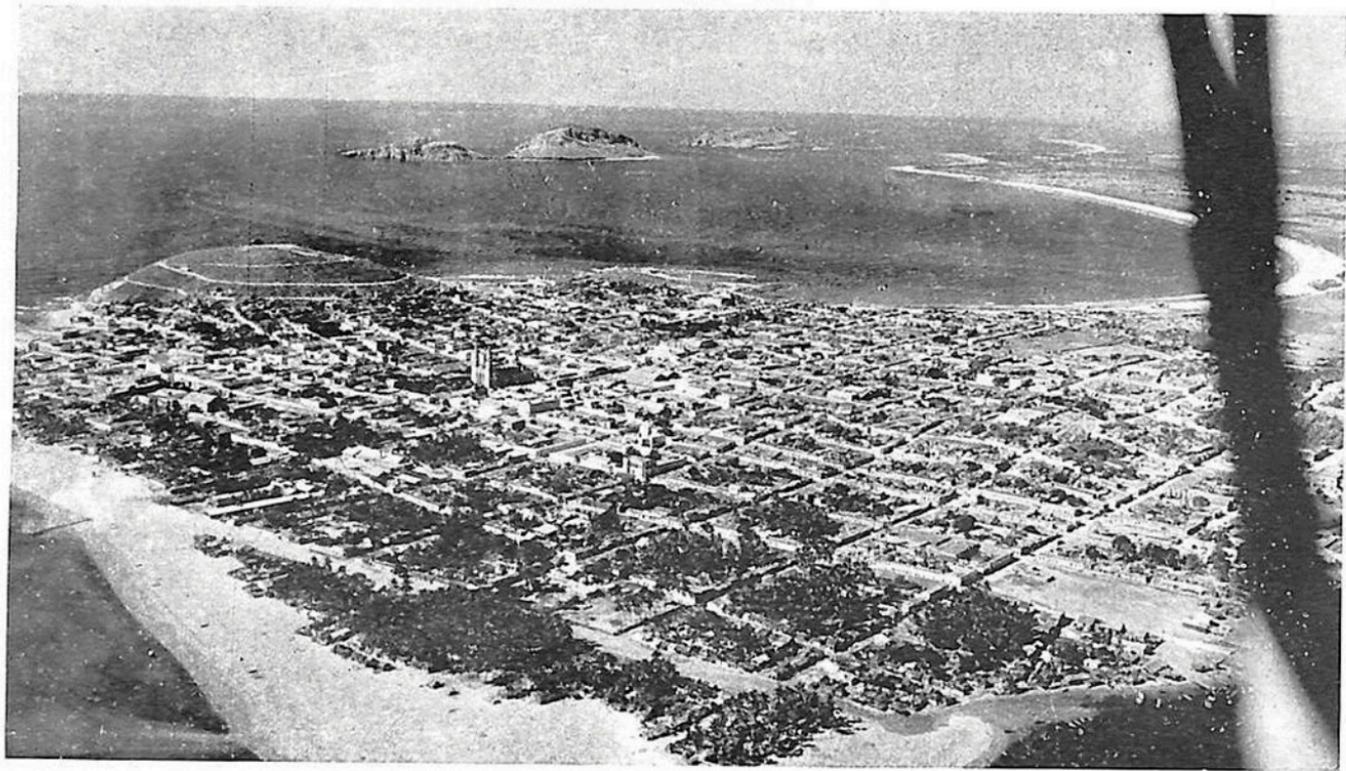
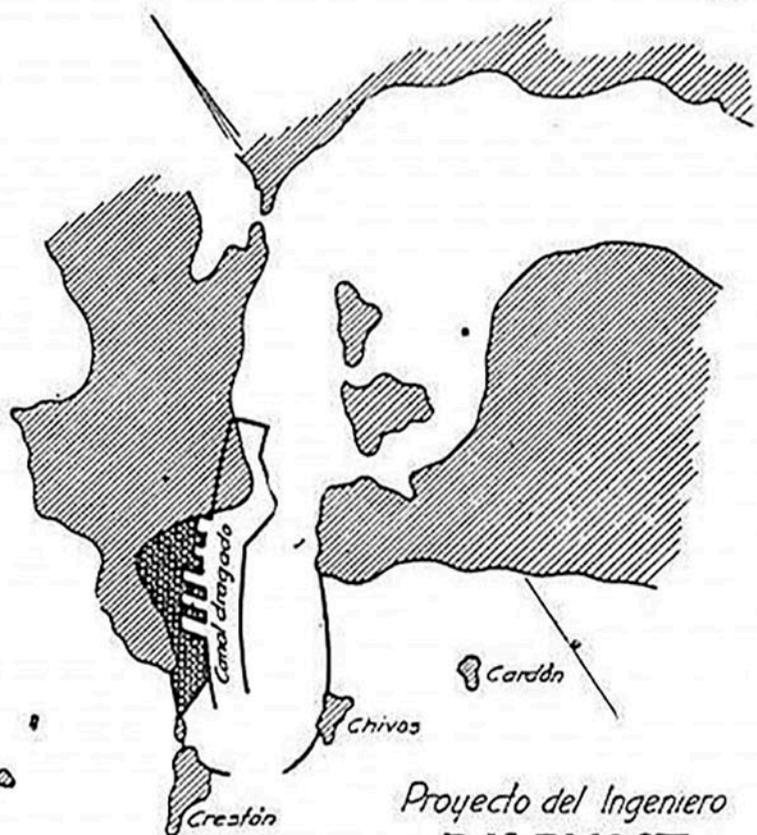


Lámina 8.—Ensenada de Puerto Viejo.

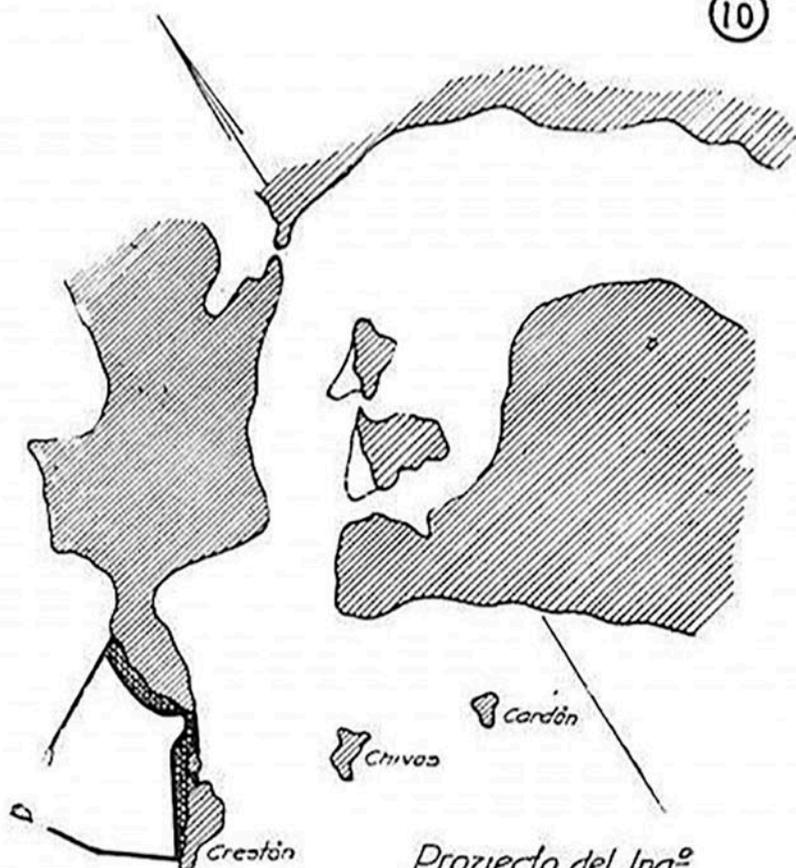
9



Of Cartografía, Fot. y Mod.

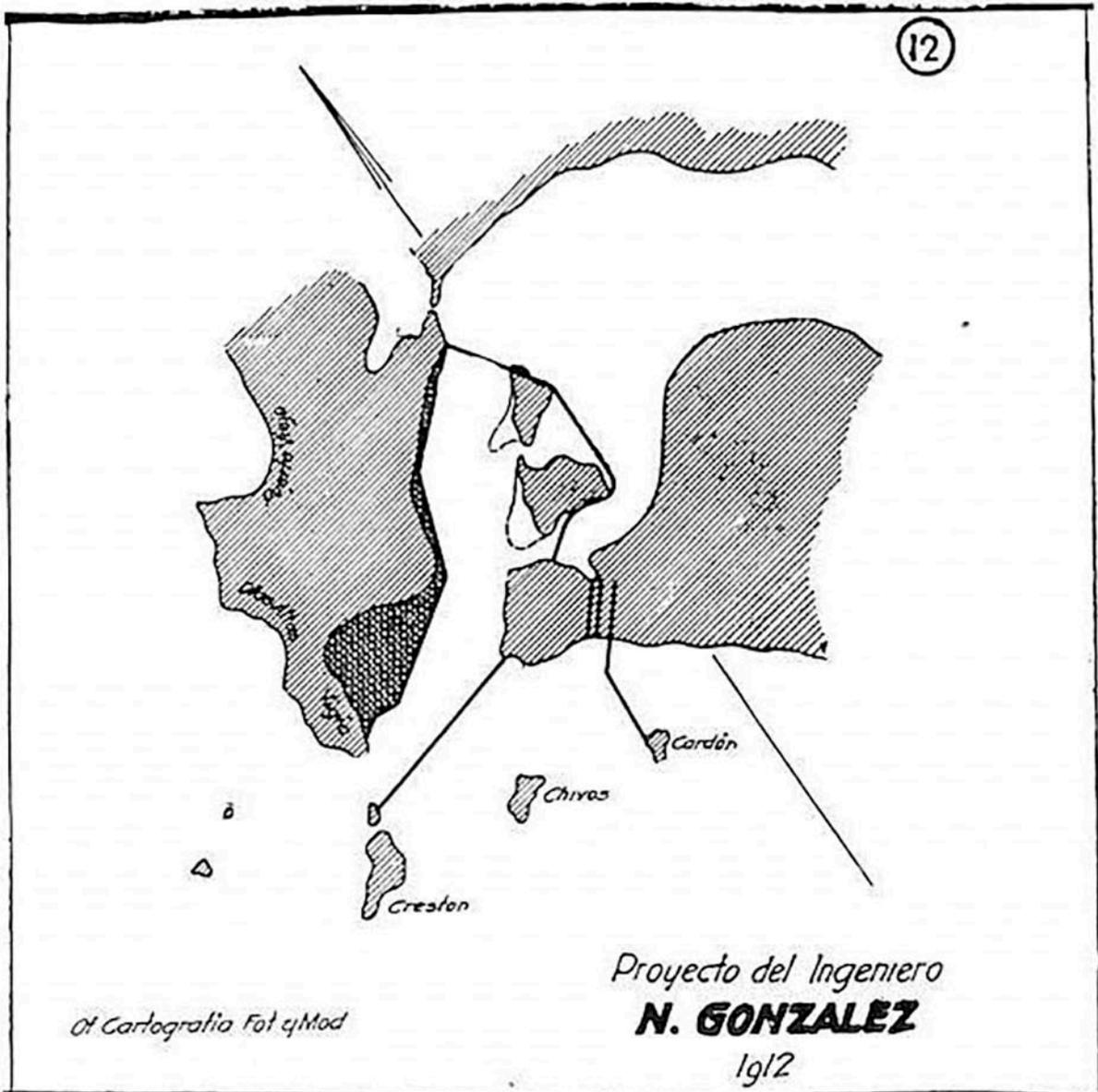
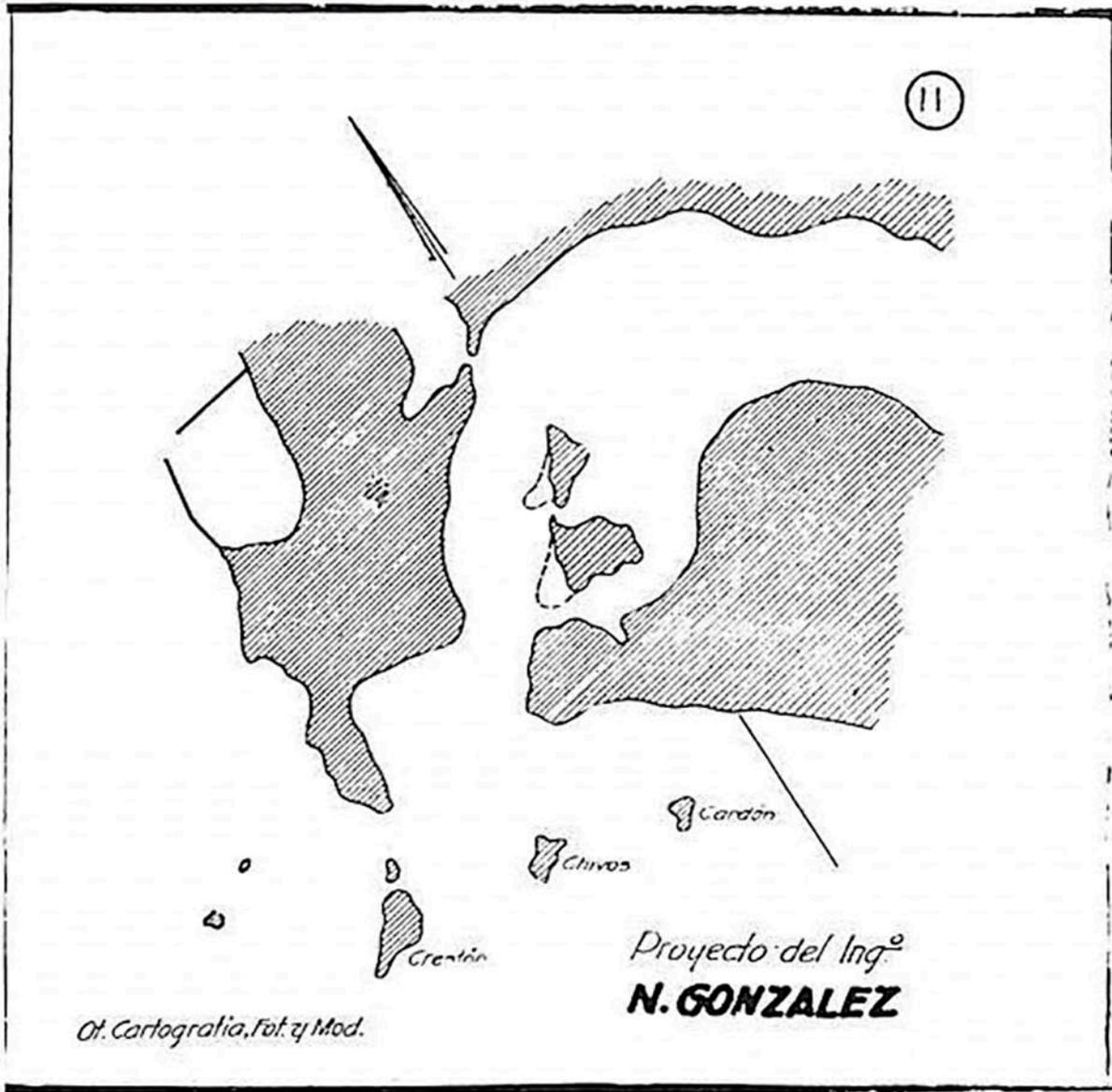
Proyecto del Ingeniero
E.K. SMOOT
1897

10

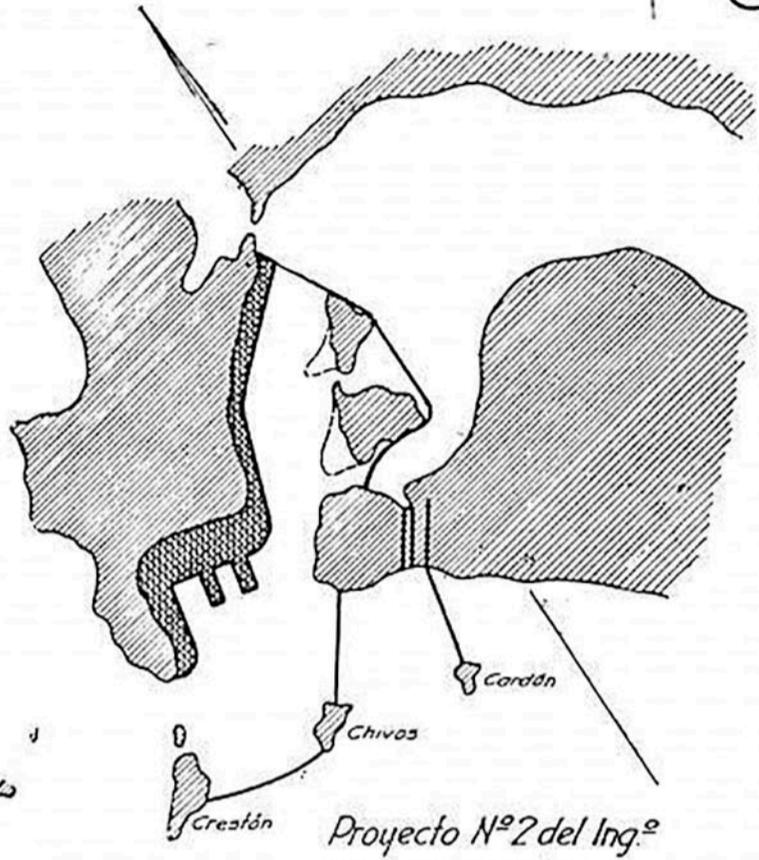


Of Cartografía, Fot. y Mod.

Proyecto del Ing.^o
N. GONZALEZ



13

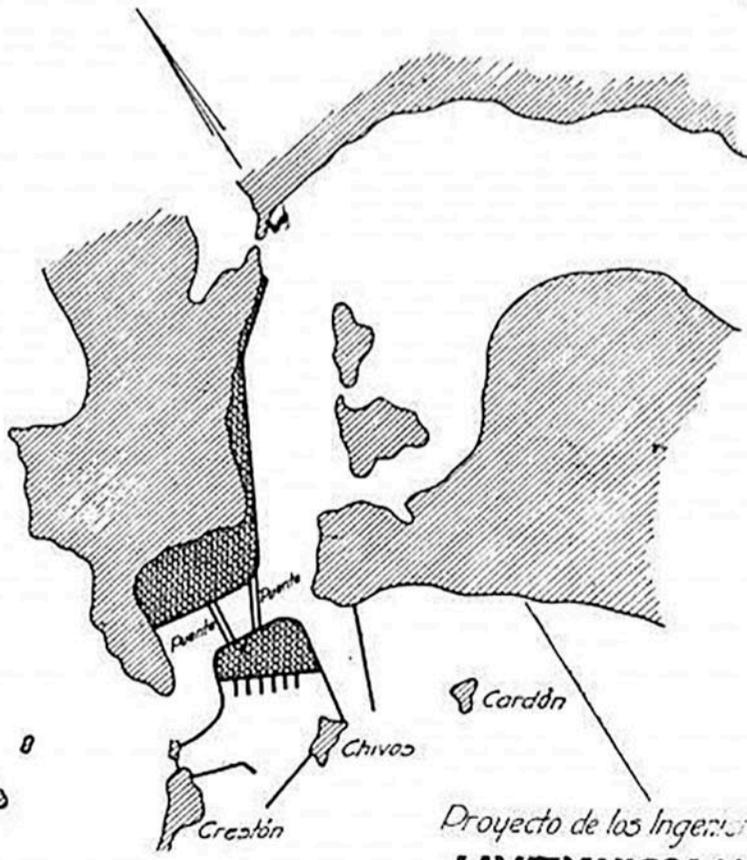


Proyecto N°2 del Ing.º
N. GONZALEZ

1912

Of. Cartografía, Fot. y Mod.

14

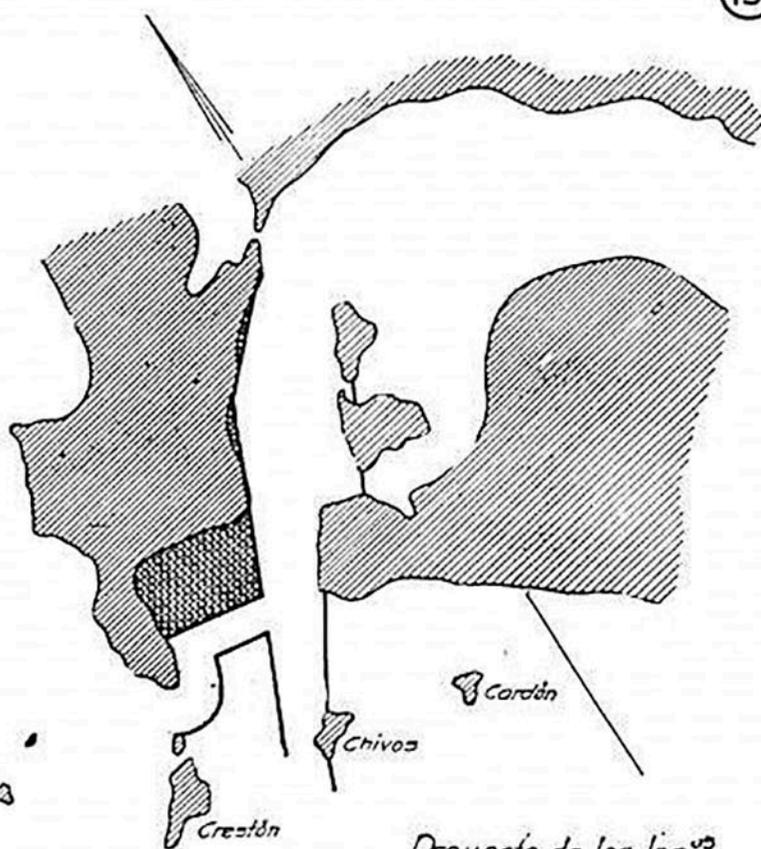


Proyecto de los Ingenieros
LAVITY NICOLAU

1913

Of. Cartografía, Fot. y Mod.

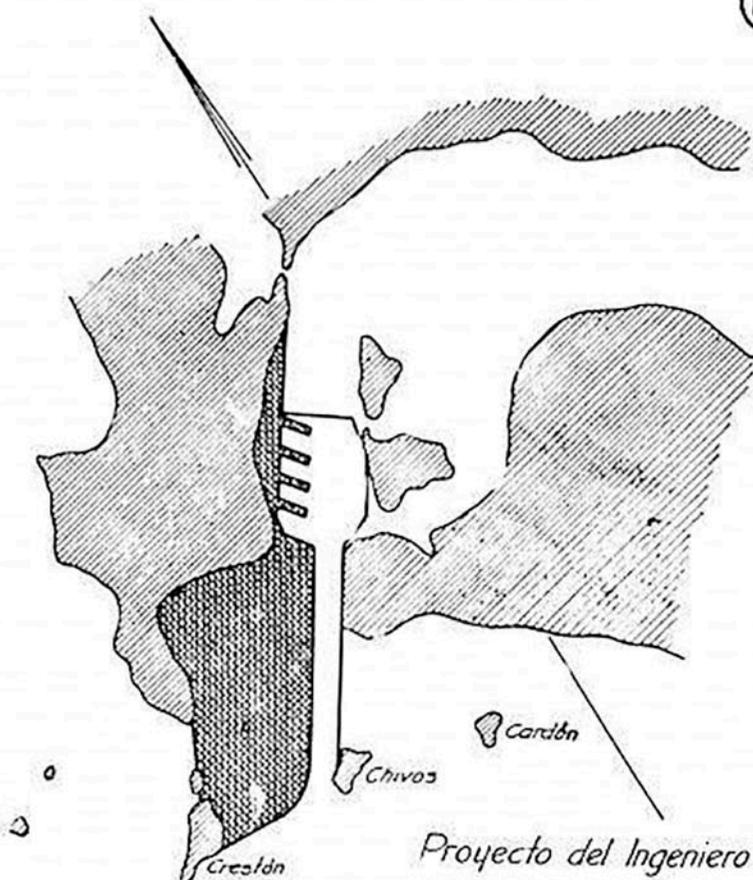
15



Of. Cartografía, Fot y Mod.

Proyecto de los Ing.^{os}
LAVITY NICOLAU

16



Of. Cartografía, Fot y Mod.

Proyecto del Ingeniero
GUY BOSCHKE
1924

Los que se han inclinado hacia la utilización de las corrientes de esta vía fluvial, para ayudar a la conservación de las profundidades, propusieron, como es natural, obras que establecían un canal entre su desembocadura en la Bahía y la curva de nivel que en el mar corresponde a la profundidad asignada al puerto proyectado; todos ellos tendían también a hacer desembocar este canal entre Crestón y Chivos que es donde esa curva está más próxima: pero mientras que unos lo han proyectado estableciendo su margen izquierda (Láminas 14 y 15) en la línea que une los cerros de Montesillas y Chivos, otros lo han localizado aproximándolo a la orilla opuesta de la bahía. (Lámina No. 9.) Los que han hecho esto último, ha sido porque han considerado importante establecer los muelles cerca de la zona principal de la ciudad, y los que han hecho lo primero, han querido alejar los muelles del mar libre y de los grandes oleajes del Sur que asaltan varias veces cada año la bahía, como se ha dicho, entrando entre Crestón y Chivos y han localizado los muelles en el interior del estero.

IV

Los proyectos que tendían a utilizar las corrientes del Estero, tenían mayores probabilidades de reducir los gastos de dragado para la conservación de las profundidades y, entre estos proyectos, los que localizan los muelles, o sea el puerto propiamente dicho en el interior del Estero, eran los que con menos costo podrían quedar sustraídos de la agitación que producen las tempestades del Sur.

Pero, independientemente de la divergencia de las localizaciones y de los dispositivos, había una discrepancia fundamental en la interpretación de las circunstancias locales de vientos y corrientes, con relación al sentido en que el movimiento de los aluviones produciría su efecto resultante de azolvamiento, y mientras unas opiniones asentaban que atravezaban la Bahía de Poniente a Oriente, otras afirmaban que eran en sentido contrario.

Los primeros se fundaban en la presencia de azolves en en la parte Sur de la ensenada de Puerto Viejo; en que la arena se acumulaba en la Bahía de Mazatlán hacia el Oriente; en que existía una desviación, hacia el S. E., en las desembocaduras del Estero del Tule y del Río de Presidio y, por último, en que

reinan durante la inmensa mayoría del tiempo los vientos del tercero y cuarto cuadrante y con ellos los oleajes en la misma dirección. La lógica de estas consideraciones expuestas por la comisión de 1913 no parecía que pudiera ser conmovida por los acontecimientos, y sirvió de base para que en la formación de los dos proyectos presentados por esa comisión, (Láminas 14 y 15) se estableciese un canal de Poniente a Oriente, entre la bocaña Vigía-Azada y la desembocadura del canal del Astillero, para captar las arenas provenientes del Oeste, impidiendo así que, después de rodear el Crestón por el S., vinieran a depositarse en la entrada del puerto donde su dragado hubiera sido más difícil. En cambio, los razonamientos de la parte contraria reducíanse a afirmar que la contra-corriente litoral es decir la que pasa cerca de la playa, es de S. E. a N. O. atribuyendo más influencia al oleaje de las tempestades del Sur Este que a los vientos reinantes del N. O.

Establecer espigones de estudio, en la extensión suficiente para dirimir esta contienda, quizá hubiera significado tanto como la obra misma; por otra parte, todos los proyectos que han tendido a utilizar las corrientes del Estero o a hacer un puerto en la bahía han considerado necesaria la construcción de un muro entre Montesilla y Chivos; unos, los que afirmaban que las arenas entraban por el Este, (González, Smoot y Boschke) para evitar la entrada de estos azolves, o para encauzar la corriente del Estero hasta alcanzar las grandes profundidades, y otros, los que opinaban en contrario (Lavit, Nicolau) para encauzar la corriente tan solo; pero todos juzgaban imprescindible la construcción de este muro.

Siendo este, en consecuencia, el único punto en que existía concordancia entre tan numerosas opiniones y, debiendo resolverse con la clausura del espacio entre Montesilla y Chivos el importante punto del sentido y proporciones en que las arenas se movían, la Secretaría de Comunicaciones procedió a iniciar las obras del Puerto con la construcción de este muro en septiembre de 1926; pero ejerciendo especial vigilancia en los fondos de la bahía, con el fin de poder registrar, desde que se iniciara en ella el azolvamiento, con justicia temido, que podrían producir las arenas si, como fundadamente establecieron los estudios de 1913, entraban por los espacios comprendidos entre Vigía y Crestón.

V

A mediados de 1930 cuando el muro del Este se encontraba terminado, se habían obtenido de su construcción las siguientes enseñanzas:

Las arenas contenidas en la bahía no habían aumentado no obstante que hacía dos años que el avance del muro cerraba, cuando menos hasta la mitad, el espacio comprendido entre Montesilla y Chivos.

No existía, en consecuencia, el transporte a través de la bahía de Poniente a Oriente en grandes cantidades, temido por algunas autoridades que estimaban semejantes las condiciones de Mazatlán a las de Salina Cruz.

No había, en consecuencia, peligro en cerrar los espacios comprendidos entre Vigía y Crestón, para abrigar por el Oeste la bahía pues no podrían presentarse azolves hacia el exterior de esa línea, capaces de rebasar el Crestón y penetrar a ella por el Sur, o, en caso de haberlos, su volúmen no sería de importancia.

No se necesitaba, en consecuencia, abrir el canal de Poniente a Oriente en la bahía, tan sabiamente proyectado en 1913, para hacer entrar en él las arenas que se suponían venir del Oeste, para ser dragadas allí más fácilmente que en la bocana.

En cambio, hacia el exterior del muro, la acumulación de azolve inicióse juntamente con la obra. La línea de playa avanzó con el extremo del enrocamiento durante los primeros meses y, aunque después fue menos rápido su avance, extendióse hacia el E. a lo largo de cierta extensión del cordón litoral. (Láminas 6 y 21).

VI

Procedióse como resultado de estas enseñanzas, a la construcción del muro del Oeste, cerrando los espacios comprendidos entre Vigía y Azada y entre Azada y Crestón. La obra se inició en septiembre de 1930, terminándose en junio de 1932. (Láminas 19 y 20).

VII

En los tres años que desde entonces han transcurrido, el azolvamiento hacia fuera del muro del Este ha progresado, pero con intensidad siempre decreciente. (Lámina 21).

Se ha iniciado la formación de un bajo con tendencias a formar un nuevo litoral entre Chivos y Cardón, lo cual explica la decreciente intensidad en la acumulación de la arena junto al muro del E.

Los cantiles exteriores del Crestón, Azada y Vigía y los taludes de ese mismo lado del muro del Oeste, no presentan acumulaciones perceptibles de arena, no obstante que hace ya tres años que fueron construídos estos últimos.

En el interior de la bahía se tiene un aumento de 1.00^m en las profundidades de la barra del Astillero, registrado desde antes que el muro del Este estuviera completamente terminado. En cambio, se han notado ligeros azolvamientos en el interior del puerto en la zona próxima al fondeadero de las embarcaciones de alijo.

Este fenómeno de arrastre que los hechos han revelado en sentido contrario de lo que era de esperarse, podría atribuirse:

1º— A que en las proximidades de Montesilla la playa S. E. se encuentra protegida contra los oleajes del N. O. por la saliente que forman las islas de Chivos, Crestón y Azada y el promontorio del Vigía.

2º— A que lejos de ser barrida ese tramo de playa por olas del N. O. cuando soplan esos vientos, las olas ejecutan una conversión, tomando como centro Chivos, al S. E. de esta isla y cuando alcanza la playa su extremidad más alejada, su dirección es ya del Sur.

3º— Que la misma ola ejecuta una conversión en sentido contrario alrededor del mismo punto y al N. O. de él y entrando entre Crestón y Chivos, venía, antes de la construcción del muro, a interferirse con la otra rama en el espacio comprendido entre Chivos y Montesilla, causando allí el depósito de las arenas arrastradas por la primera.

Este fenómeno de interferencia era observado constantemente durante la construcción del muro del Este (Montesilla-Chivos) y atraía la atención de los visitantes por el espectáculo

que ofrecía la superficie del mar ondulada en dos sentidos diferentes, presentándose en cuadrícula móvil.

4º—Estas circunstancias, se sumaban a las producidas por la contra corriente y a la acción directa de las olas del S. E. en las tempestades.

5º—Cerrado el espacio Montesilla-Chivos por el muro del este, corrientes circulares derivadas de la corriente N. O.-S. E. que pasa frente al puerto, combinadas con oleajes de resaca, son probablemente lo que están formando en la línea neutra entre uno y otro sentido de las corrientes, el cordón litoral cuyas bases se notan ya en la línea Chivos-Cardón.

VIII

Si las enseñanzas obtenidas durante los primeros años que siguieron a estas obras, indicaban que las arenas no venían del Oeste o, cuando menos, no entraban por ese lado o su volumen era de muy poca importancia, la presencia de un nuevo cordón litoral en formación sobre la línea Chivos-Cardón, en sólo cinco años que tiene de terminado el muro Chivos-Montesilla, revela que los volúmenes de arena sí son de importancia.

Sin embargo, se tiene la esperanza de que el transporte de las arenas cuando este cordón litoral surja de las aguas, se modifique bastante, ya que no cambie de sentido por completo. Esta esperanza está fundada en que la nueva línea de playa no tendrá la protección que ha tenido la antigua en las proximidades de Montesilla, protección que le daban los mismos promontorios de Chivos, Crestón y Vigía que limitan la bahía y como establecieron los ingenieros Lavit y Nicolau cuyos estudios no pueden dejarse de tener en cuenta las olas del N. O. barrerán libremente esta nueva playa; pero en dirección favorable a la conservación de las profundidades del puerto, alejando las arenas de la entrada de la bahía. Sin embargo, muy difícil será que pueda prescindirse del dragado, cuando menos periódico, para la conservación de las profundidades en el canal de entrada.

Indudablemente que el encauzamiento de este canal entre escolleras, como han considerado varios proyectos, o la construcción de rompeolas partiendo de Chivos y de Crestón, aumentarían las probabilidades de disminuir el azolve y de reducir la agitación que produjeran en el interior del puerto los oleajes

del Sur; pero siendo necesario, de todos modos, ejecutar primero el dragado de este canal, existiendo ya cierto abrigo para él, y habiéndose adoptado en general la idea de hacer el puerto en el interior del estero, el paso siguiente en la prosecución de las obras, sería el de la apertura del canal atravesando la barra del Astillero, hasta dejar comunicado el estero con el mar.

IX

La localización del canal, único punto a discusión en la actualidad, requería un estudio minucioso de las condiciones del subsuelo, pues las memorias descriptivas de los estudios hechos en 1897, en 1910, 1913 y 1924, no detallaban suficientemente los procedimientos seguidos para perforar y no fueron suficientemente numerosas las perforaciones.

Más de ciento cincuenta practicáronse durante el año de 1933; llevadas hasta muestrear la roca cuando se encontraba a menos de diez metros de profundidad bajo del plano de comparación del Puerto (M. B. M.), pudieron suministrar datos precisos sobre la distribución de los mantos rocallosos y, con ellos a la vista, planteóse desde luego la necesidad de localizar el canal, en su arranque, a cierta distancia del muro del Este, para evitar el costo excesivo de la excavación en la roca submarina. (Láminas Nos. 22 y 23).

Los azolves registrados en la bahía posteriormente a la construcción de los muros del E. y del O. son insignificantes y su origen se encuentra actualmente en estudio; pero suponiendo que no vinieran del interior del estero sino que entraran por la bocana "Chivos-Crestón", no son, por sus magnitudes, dignos de ser tomados en cuenta. Sin embargo, si colocándose en la más pesimista de las suposiciones, se admitiera que el puerto necesitara el trabajo constante de una draga, para mantener sus profundidades, el costo anual no excedería de \$300,000.00 que sería inferior a los réditos del capital de cuatro o cinco millones de pesos, necesario para construir rompeolas y escolleras de éxito dudoso en la supresión de los azolves.

Por lo demás, el estado actual de las obras deja todavía abierto el campo para la adopción de cualquiera de las ideas contenidas en los numerosos proyectos estudiados.

Si en este canal que se drague, se impone después la protección de los taludes o, cuando menos, en su extremidad final llega a ser necesaria la construcción de escolleras para conservar las profundidades, datos suficientes se tendrán entonces para proyectar con más firmeza; si los oleajes del Sur afectaran en grado inadmisibile la tranquilidad del puerto, no obstante su colocación en el estero, los costosos rompeolas tendrán que construirse: pero iniciar sin demostraciones precisas obras tan costosas como discutibles son actualmente sus resultados, sería dejar la puerta abierta al fracaso que, en las construcciones marítimas, asecha, más que en cualquiera otra clase de obras, por encima de las afirmaciones rotundas y categóricas.



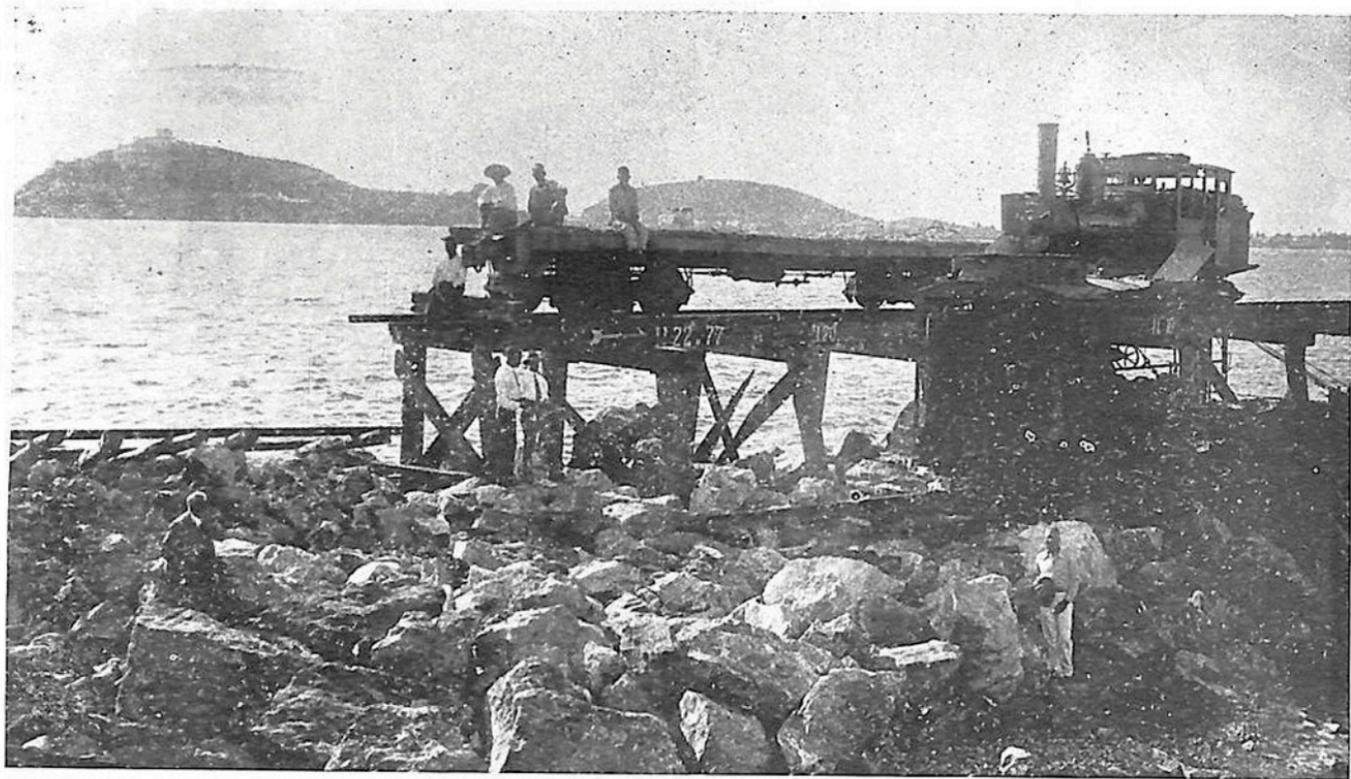


Lámina 17.—Muro del Este durante su construcción.

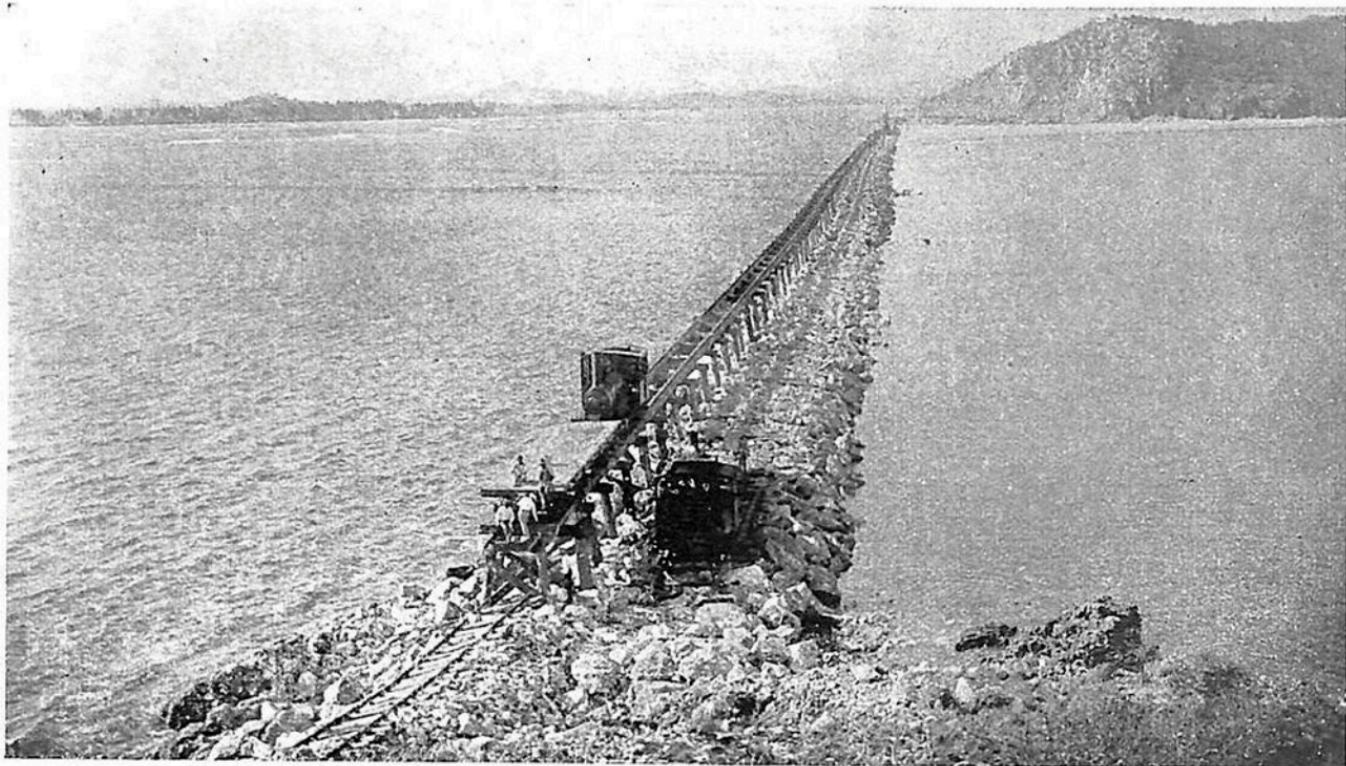


Lámina 18.—Muro del Este desde Isla Chivos.

Cia. Méx. Aerofoto, S. A.

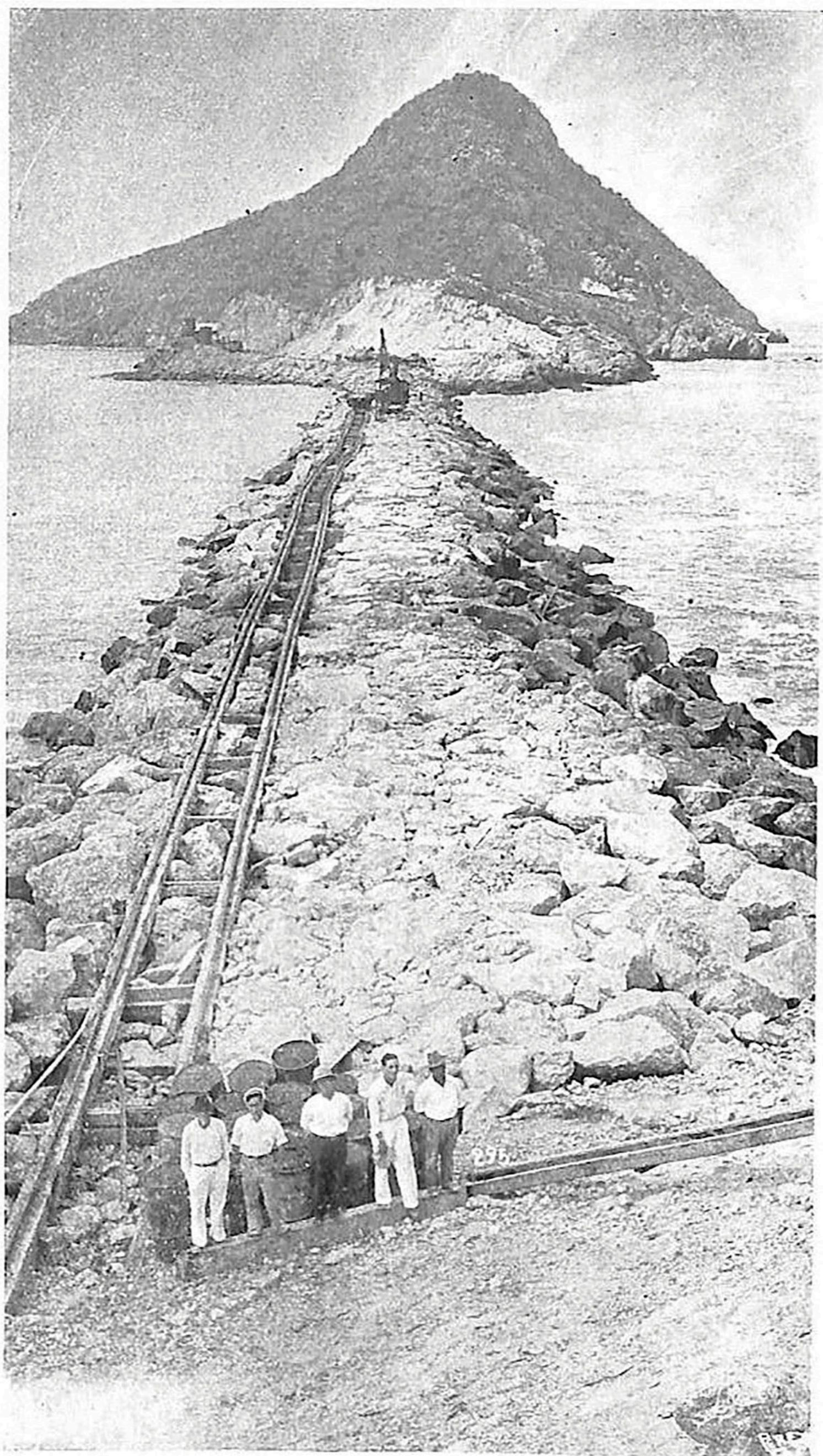


Lámina 19.—Muro del Oeste desde Vigia.



Lámina 20.—Muro del Oeste desde Isla Azada.

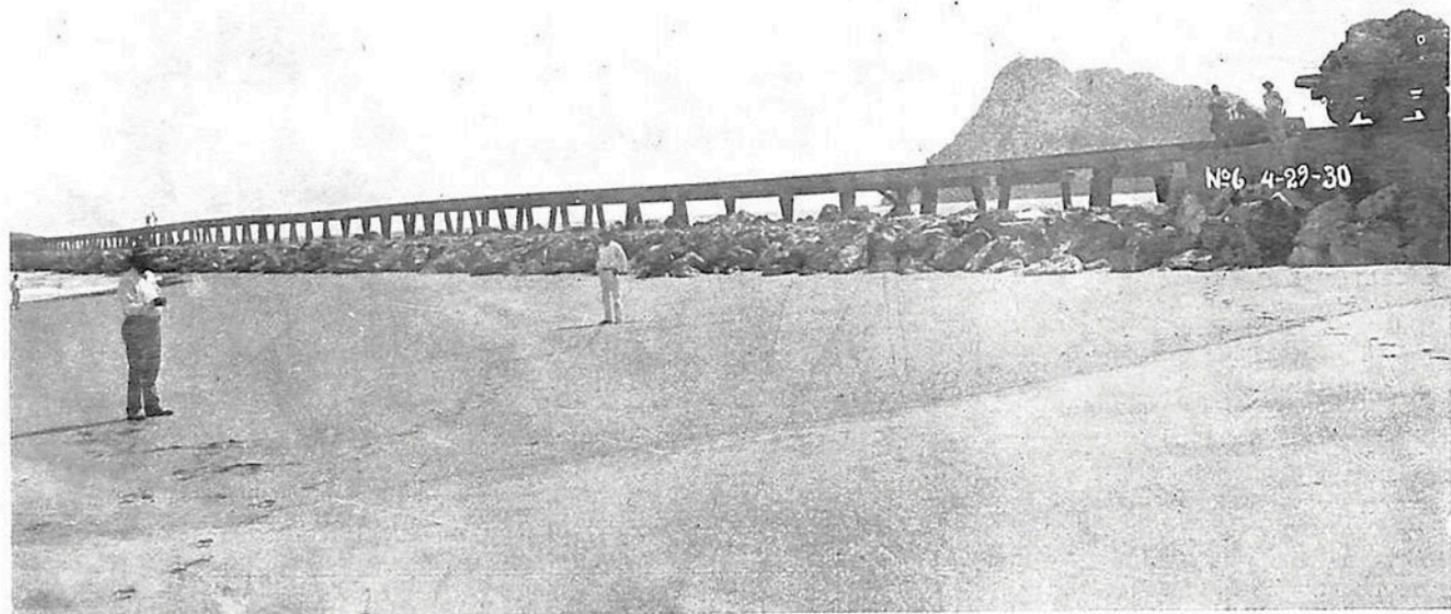


Lámina 21.- Azolve acumulado al exterior del muro del Este.

S. C. O. P.

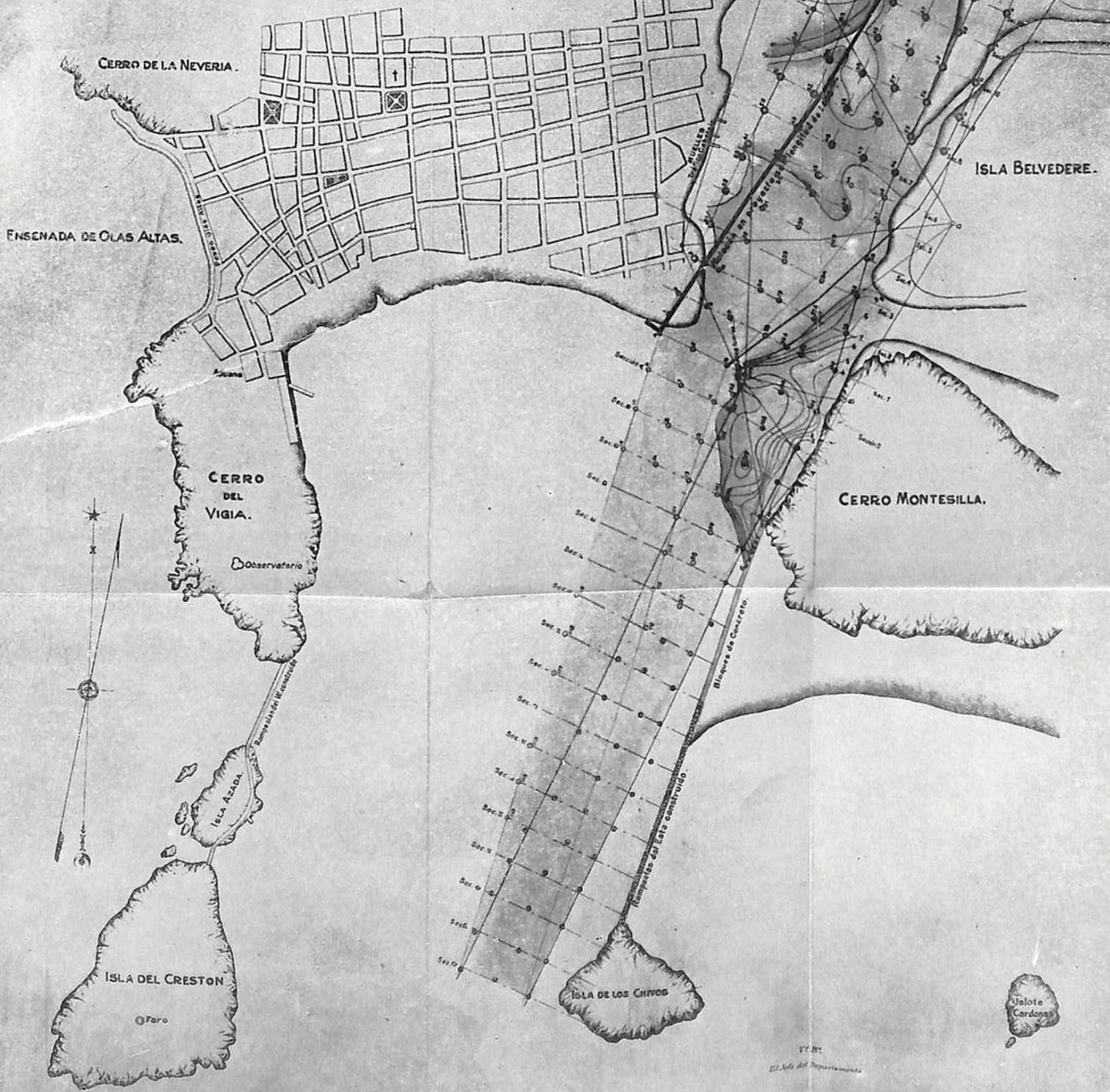
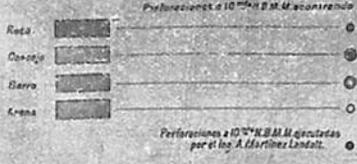
Departamento de Obras Marítimas

Bahía del Puerto de Mazatlán

Corte geológico horizontal a la profundidad de 10^m N. B. M. M.,
mostrando configuración de la roca, arriba de ese plano.

México, Diciembre de 1933.

Escala-1:



Aprobado
El Subsecretario

Ing. Mariano Martínez

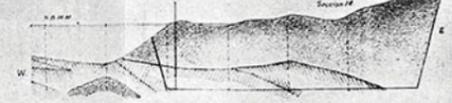
El Jefe del Departamento

Ing. Pedro J. Dorral

Perforaciones ejecutadas
por el Ing. Agustín Lora.

Ing. Agustín Lora





Profundidad 1713
Profundidad 1730
Superficie N.P.M. 512.37

87	88	89	90
0.20	0.40	1.00	2.50

Profundidad 2
Profundidad 012
Superficie N.P.M. 512

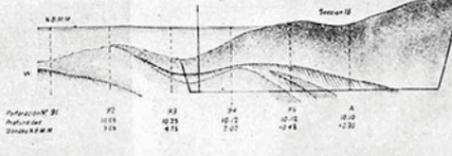
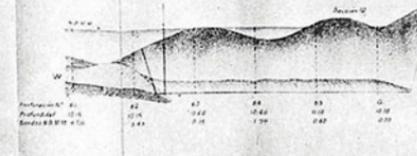
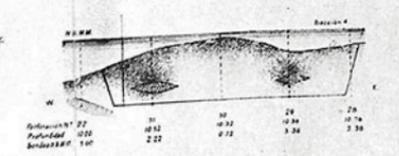
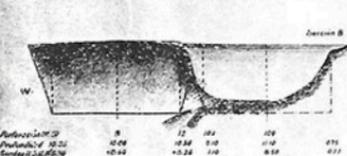
18	20	21	22	23	24
0.45	0.6	0.8	0.95	1.30	0.95
0.25	1.90	2.20	5.50	2.00	

Profundidad 8
Profundidad 020
Superficie N.P.M. 512

61	62	63	64	65
0.20	0.50	0.75	0.85	0.85
1.10	0.70	1.80	2.70	0.85

Profundidad 81
Profundidad 025
Superficie N.P.M. 512

81	82	83	84	85	86
0.20	0.40	0.70	0.80	0.80	0.85
0.30	2.40	0.80	1.80	1.80	0.85



Profundidad 1713
Profundidad 1730
Superficie N.P.M. 512.37

10	11	12	13	14
0.20	0.40	0.80	1.10	0.70
0.20	0.20	1.00	0.50	0.70

Profundidad 21
Profundidad 030
Superficie N.P.M. 512

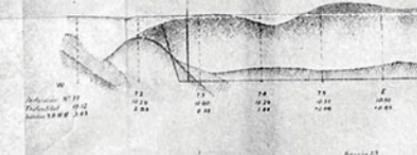
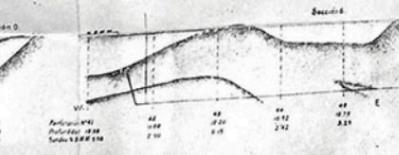
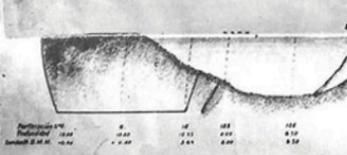
32	33	34	35	36
0.20	0.25	0.30	0.35	0.35
0.00	0.00	0.00	0.00	2.80

Profundidad 83
Profundidad 034
Superficie N.P.M. 512

83	84	85	86	87
0.30	0.35	0.40	0.40	0.40
2.70	0.40	1.70	1.40	0.40

Profundidad 82
Profundidad 035
Superficie N.P.M. 512

82	83	84	85	86
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
2.40	2.70	2.00	1.50	0.20



Profundidad 1713
Profundidad 1730
Superficie N.P.M. 512.37

8	12	16	18	19
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

Profundidad 22
Profundidad 032
Superficie N.P.M. 512

20	21	22	23	24
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
3.20	0.20	0.20	0.20	0.20

Profundidad 84
Profundidad 036
Superficie N.P.M. 512

84	85	86	87	88
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
5.70	0.20	0.20	0.20	0.20

Profundidad 81
Profundidad 037
Superficie N.P.M. 512

81	82	83	84	85	86
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

S. C. O. P.
Departamento de Obras Marítimas.
Bahía del Puerto de Mazatlán.
Secciones transversales mostrando la constitución geológica de la Bahía hasta la profundidad de 10 metros, y localización de la zona por dragar.

Escalas Horizontal-Vertical

1:1000
1:10000

Prof. del Puerto de Mazatlán

Int. Puerto de Mazatlán

Prof. Marina de Mazatlán

Legenda:
 Agua
 Barro
 Arena
 Grava gruesa
 Grava
 Rocas